

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-62779

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)7月5日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 3 G 15/09

発明の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願昭62-60454

(22) 出願日 昭和62年(1987)3月16日

(65) 公開番号 特開昭63-225262

(43) 公開日 昭和63年(1988)9月20日

審判番号 平6-8934

(71) 出願人 999999999

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 田嶋 初雄

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 細井 敦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

審判の合議体

審判長 舟田 典秀

審判官 池田 裕一

審判官 瀧本 十良三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性粒子とトナー粒子を有する現像剤を用いて、感光体と現像剤担持体との間に交番電界が印加されている状態で磁性粒子の穂を感光体に接触させてトナー像を形成する現像方法において、

上記感光体はOPCであり、上記磁性粒子は $0.2 \times 10^3 \text{V/cm}$ の電界における抵抗値が 10^8 以上 $10^{11} \Omega \text{cm}$ 以下、または $2 \times 10^3 \text{V/cm}$ の電界における抵抗値が 2×10^7 以上 $3 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以下であることを特徴とする現像方法。

【請求項2】 現像部における磁性粒子が占める体積比率は1.5%以上30%以下であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の現像方法。

【請求項3】 上記トナー粒子は非磁性トナー粒子であり、現像部において磁性粒子に対して4以上40重量%以下の比率であることを特徴とする特許請求の範囲第2項

2

記載の現像方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は、交番電界中において磁性キャリア粒子とトナー粒子とを用いて現像を行う2成分現像方式の現像方法及び装置に関する。

本発明は画像記録形成用の表示装置、プリンター、ファクシミリ電子写真装置の種々に適用可能な現像方法及び装置である。

【背景技術】

本願出願人は、先に、従来2成分現像方式とは異なり、現像容器内は2成分で、現像部へは1成分トナーのみを供給して交番電界中で現像を行う方法及び装置を提供した(特開昭58-143360, 同59-101680各公報)。

このように現像容器内にのみ磁性粒子とトナー粒子を混

在させている現像方法では、トナーが磁性材料を含有することによる欠点を解消したので有用であった。しかし、画像のエッジ効果が強く、バタ部の濃度が低く、負性特性（画像濃度が潜像電位の上昇とともに低下すること）を示す場合があり現像特性の欠点を有していた。

そこで出願人は多くの実験によって、これらの不都合をも解決でき、積極的に現像部に磁性キャリア粒子を供給する2成分現像装置において多大なる効果を生む現像装置の特願昭60-204605号（昭和60年9月17日出願）等に提案している。又、近年各方面で2成分現像剤を用いて

10 交番電界中で現像する方法も各種提案されている。一方、2成分現像装置に対して、交番電界を印加する技術は、基本的に特開昭55-32060号公報に記載されている。これはキャリア粒子を現像電極として用い、カブリ防止効果を得ることを開示した優れた発明である。

又、一般の2成分現像装置に用いられるキャリア粒子は、導電キャリアやフエライト単体の中抵抗キャリアであり、トナー粒子付着による劣化を生じ易く耐久性、トナーへの帯電付与能力の低下といった問題がある。

この耐久性や帯電付与能力向上のために、樹脂被覆キャリア粒子を用いることもかなり以前から知られたことである。従来の樹脂被覆キャリア粒子は、かなりの絶縁性を示すもので帯電付与能力は増し、表面性も良好であるので耐久性の意味では実用上好ましい。

20 交番電界を印加した2成分現像方式も当然耐久性を必要とするため従来の高抵抗樹脂被覆キャリア粒子を用いることは当然の設計事項であるが、新たな問題をもたらす。この高抵抗キャリア粒子には、樹脂被覆以外に磁性微粒子樹脂結着型キャリア粒子もあるが、極めて高い電気抵抗を示すものである。キャリア粒子の電気抵抗が高く絶縁性に近いもの程、現像部での電氣的リーク防止になり、高い潜像電位及び交番電界を設定することができ、交番電界による現像特性を期待できるためである。しかし、例えば $10^{14} \Omega \text{cm}$ 以上の絶縁抵抗のキャリアでは、トナーと逆極性に帯電し、非画線バタ白部にキャリア引きが生じやすく、又キャリアを用いているにもかかわらずエッジ効果が強くでてしまう欠点がある。従って、2成分現像方式では、耐久性のあるキャリア粒子を用いた場合の画像再現性の改善がさらに要求されている。

〔発明の目的〕

本発明は、交番電界を印加した際の樹脂被覆キャリア粒子がもたらす新たな問題を解決することを目的とする。本発明は、樹脂被覆キャリア粒子の条件を交番電界印加現像における現像効果を一層高め、良質の画像を形成できる現像方法の提供を目的とする。

〔発明の概要〕

本発明は、樹脂被覆キャリア粒子の絶縁性に着目し、従来のキャリア粒子とは異なる特性を求めた結果なされたもので、耐久性はむしろのこと、トナー粒子に与える帯

電特性や電極効果を維持して良質の画像を得るものである。

即ち、本発明は、樹脂被覆キャリア粒子の電気抵抗に着目したもので、従来では認識されていなかった電界依存性のキャリア粒子の抵抗値変化状態が再現画像性に大きく影響するという事実に基づいたものである。

この本発明は、磁性粒子とトナー粒子を有する現像剤を用いて、感光体と現像剤担持体との間に交番電界が印加されている状態で磁性粒子の穂を感光体に接触させてトナー像を形成する現像方法において、上記感光体はOPCであり、上記磁性粒子は $0.2 \times 10^3 \text{V/cm}$ の電界における抵抗値が 10^8 以上 $10^{11} \Omega \text{cm}$ 以下、または $2 \times 10^3 \text{V/cm}$ の電界における抵抗値が 2×10^7 以上 $3 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以下であることを特徴とするものである。

本発明によれば磁性粒子を絶縁性とはせず、ある程度電流が流れる抵抗値とすることで、磁性粒子の穂が現像電極の役割を果し、現像部で非常に高いトナーの振動効果が得られるため現像特性は非常に優れたものとなる。

しかし、このように磁性粒子の抵抗を $10^7 \sim 10^{11} \Omega \text{cm}$ とした場合、表面性に優れた感光体は問題はないがピンホールが多いa-Siや傷が発生し易いSe等ではピンホールや傷に現像バイアスがリークする。

この現像を防止するため磁性粒子の抵抗値を高くすると、前述した磁性粒子の現像電極効果が損なわれる。

そこで本願発明は感光体としてOPCを用いている。OPCは非常にピンホール、傷が発生しにくく、このため、磁性粒子の穂の現像電極効果を得つつ、現像バイアスのリークを防止できる。

〔実施例〕

30 第2図は本発明が適用できる現像装置の断面図である。潜像担持体1はOPC（Organic Photoconductor）からなる光導電絶縁物質層を持つ感光ドラムもしくは感光ベルトである。潜像担持体1は図示しない駆動装置によって矢印a方向に回転される。22は潜像担持体1に近接もしくは接触されている現像スリーブであり、例えばアルミニウム、SUS316等の非磁性材料で構成されている。現像スリーブ22は現像容器36の左下方壁に容器長手方向に形成した横長開口に右略半周面を容器36内へ突入させ、左略半周面を容器外へ露出させて回転自在に軸受けさせて横設してあり、矢印b方向に回転駆動される。

40 23は現像スリーブ22内に挿入し図示の位置姿勢に位置決め保持した固定磁界発生手段としての固定の永久磁石（マグネット）であり、現像スリーブ22が回転駆動されてもこの磁石23は図示の位置・姿勢にそのまま固定保持される。この磁石23はN極の磁極23a、S極の磁極23b、N極の磁極23c、S極の磁極23dの4磁極を有する。磁石23は永久磁石に代えて電磁石を配設してもよい。

24は現像スリーブ2を配設した現像剤供給器開口の上縁側に、基部を容器側壁に固定し、先端側は開口上縁位置よりも容器36の外側へ突出させて開口上縁長手に沿って

配設した現像剤規制部材としての非磁性ブレードで、例えばSuS316を横断面路への字形に曲げ加工したものである。

26は非磁性ブレード24の下面側に上面を接触させ前端面を現像剤案内面261とした磁性粒子限定部材である。

27は磁性粒子であり粒径が20~100 μ m、好ましくは30~80 μ mの見掛け密度約2.4~2.8g/ccフェライト粒子（最大直60~70emu/g）へ樹脂コーティングしたものが用いられ得る。

20 μ よりも小さいと、現像スリーブ上の穂立ちが悪く、ムラの発生した画像となる傾向がある。又100 μ よりも大きいと、トナーへのトリボ賦与能力が低下し感光板への傷も生じやすい。

37は非磁性現像剤トナーである。

31は現像スリーブ22を配設した現像容器36下部からの磁性粒子27ないしは非磁性トナー粒子37の漏出を防止するために現像容器下部内面に現像スリーブ22に対向して配設された磁性体であり、例えば鉄板にメツキを施したものである。磁性体31とS極性の磁極23dとの間の磁界では磁性粒子27の回収と漏れ防止を達成するシール効果が得られる。

39は現像スリーブ22内の固定磁極23により形成された磁性粒子のブラシ部分へトナーを供給するトナー供給部材であり回転自在に軸受した板金にゴムシートを貼り付け現像容器下面を掃くが如くトナーを搬送する。トナー供給部材39には、不図示のトナー貯蔵容器38中のトナー搬送部材によってトナー供給される。

38、35はそれぞれトナー貯蔵容器、磁性粒子貯蔵容器である。

40は現像容器36下部部分に溜るトナーを封止するシール部材で弾性を有しスリーブ22の回転方向に向って曲がっており、スリーブ22表面側を弾性的に押圧している。このシール部材40は、現像剤の容器内部側への進入を許可するように、スリーブとの接触域でスリーブ回転方向下流側に端部を有している。

30は現像工程で発生した浮遊現像剤を現像剤と同極性の電圧を印加して感光体側に付着させ飛散を防止する飛散防止電極板である。

又、S磁極23dは、磁性部材31との間に一方から他方に磁界を形成するための磁性シール用磁界発生手段であり、磁性部材31に対して1部が対向する。

磁性部材31は、現像剤容器の現像剤収納部の実質的な端部で現像装置の下方に位置し、この容器内周辺では回収された磁性キャリア粒子の移動によって、スリーブ表面の現像剤中に容器内下方に位置するトナー粒子を取り込む。従って、磁性粒子の安定した回収は、現像能力を安定化する効果がある。

磁極23dを前記のごとく配置することによって、磁極23aとの関係で別の好ましい効果が得られる。すなわち、容器21の収容部底部と磁極23dとの上記関係によって、磁

気ブラシが21内で（単に停滞している状態に比較して）粗の状態で形成されないので、磁性粒子中へのトナー粒子の取込み量が過剰になることがない。過剰取込みはトナーの帯電不足を招き、かぶり発生の原因となる。

なおこの構成は現像剤容器内に磁性粒子と非磁性あるいは弱磁性のトナーが混在している場合にも有効である。非磁性ブレード24の端部241と現像スリーブ22面との前記距離 d_2 は50~800 μ m、好ましくは150~500 μ mである。この距離が50 μ mより小さいと後述する磁性粒子がこの間に詰まり現像剤層にムラを生じやすいと共に良好な現像を行うのに必要な現像剤を塗布することが出来ず濃度の薄いムラの多い現像画像しか得られない欠点がある。また800 μ mより大きいと現像スリーブ22上へ塗布される現像剤量が増加し所定の現像剤厚の規制が行えず、潜像担持体への磁性粒子付着が多くなると共に後述する現像剤の循環、現像剤限定部材26による現像規制が弱まりトナーとトリボが不足しカブリやすくなる欠点がある。

次に現像剤塗布量規制部材である非磁性ブレード24の近傍及び限定部材26の近傍部の磁性粒子層について説明する。限定部材は現像剤規制部への補給トナーの不要な進入を機械的に防ぐだけではない。前述したように、上記部材26をスリーブに囲まれた規制領域においては磁極23aのN極によってスリーブの回転とともに搬送された磁性粒子が限定部材26の案内面261に沿って詰め込まれて密度がたかくなる。この領域では、搬送されて進入してくる磁性粒子とブレードから流出していく磁性粒子との入れ替わりが動的に発生しているため磁性粒子同士がお互いに衝突してかくらん状態になっているものの実質的なパッキング状態になっている。このため磁性粒子ないしはスリーブ上からトナーへのトリボ賦与が行われ、又磁性粒子ないしはスリーブ上に弱い力で付着して搬送されてきたトリボ賦与の小さいトナーは磁性粒子ないしはスリーブ上から離脱する。つまり、トナーの選別や、帯電改良が行われる。従ってトリボ賦与が十分与えられたトナーを現像に供することができる。又、磁性粒子の搬送時の不均一状態も該空間において均平化され、磁性粒子層の塗布の均一化・安定化も達成される。従って限定部材26は上記案内面261が必須であり、該斜面の傾き及び空間の容積は該空間での磁性粒子のパッキング状態に大きな影響を与える。

これに対して、この領域に対して固定配置された磁極23aは、上記パッキング状態の磁性粒子を磁力線に沿って再配置する。該空間でのパッキング状態はトリボ賦与に対しては不安定なところがあり、安定化させるためには常に一定のパッキング状態を必要とする。これはスリーブ上をほぼ接線方向に搬送されてきた磁性粒子を該方向と直向する力で磁気ブラシを形成するため、磁性粒子への攪拌効果はもちろんのこと、ほぐし効果も働き、上記トナーへのトリボ賦与及び磁性粒子層の塗布の均一化・

安定化がさらに促進される。この時、周辺の構成によって集中せしめられた現像剤が多大な圧力を受けたままであると現像剤がつまり過ぎる問題があるが、磁極23aの最大磁力を発生する部分が案内面261に対向することによって、規制領域中における過大な圧力集中を防止し、現像剤の集中と安定した高密度の磁性粒子存在割合を維持できるものと考えられる。

上記の規制領域によって、現像スリーブ表面には、安定した量の磁性粒子と十分に帯電したトナー粒子とが現像剤薄層として形成できる。従って現像領域102での現像効果は安定したものとなる。そして前述した現像部に搬送された現像剤の内少なくとも前記現像担持部材表面に担持されたトナー粒子を静電潜像担持体に転移させる交番電界を前記現像部に形成する交互電界形成手段を有し、前記現像部において、前記静電潜像担持体と前記現像剤担持部材とで画成される空間の容積に対して、該現像部に搬送された現像剤の磁性粒子が占める体積比が1.5%乃至30%である現像方法及び装置に対して多大な効果を与えることが確認できた。

第2図は現像剤限定部材26の非磁性ブレード側に磁性体50を設置した場合を示してある。この場合磁性体50は磁極23aに対向する位置に設けるのは好ましくない。なぜならば対向していると、磁極23aとの間に強い集中磁界が発生し、上記磁極23aによる磁性粒子のかくはん及びほぐし効果が低減するからである。しかし、規制部に磁性体を設けスリーブ内部磁石23との間で磁性粒子の磁氣的規制を行うことは規制部材のスリーブとの間隙公差の拡大になり、有効的である。又、磁性粒子ないしはスリーブ上に付着したトナーを比較すると、スリーブ上に付着したトナーの帯電電荷量は磁性粒子に付着したものよりも小さい、この理由はスリーブの移動と共に、磁性粒子も搬送されるためスリーブ上のトナーが磁性粒子によって摺擦される機会が少なくなっているためである。このスリーブ上のトナーを所定の値にまで持ち上げるためには、スリーブ上のトナーを積極的に摺擦してやる必要がある。即ち、スリーブ表面近傍でスリーブの移動に反して相対速度のずれを生じさせる磁性粒子の存在が必要となる。

しかし、単純に磁性粒子の搬送性を低下させることは前述のトナーの取り込み作用を考慮すると、不可能である。又、規制部で上述の様にスリーブ内磁極23aに対向 *

$$R \leq - \frac{(10^2 - 3) \times 10^9}{1.8 \times 10^3} E + \frac{10^3 - 3}{9} \times 10^9$$

$$R \geq - \frac{(10 - 2) \times 10^7}{1.8 \times 10^3} E + \frac{10^2 - 2}{9} \times 10^7$$

で画成される領域内を少なくとも1点以上通過する抵抗特性を示す樹脂被覆磁性キャリア粒子であれば、交番電界中において、画像を乱すことなく、しかも耐久性があ

*して磁性体を配置し、集中磁界を発生させ磁界粒子のスリーブ上への摺擦力を向上することも上述の如く、現像剤循環規制部材26のつくる空間に磁極の最大磁力発生部を配置する効果を低減させる。

そこで本実施例においては磁極23aよりもスリーブ回転方向に関して下流側に該磁性体50を設け、磁極23aのブレード側の磁力線がほぼスリーブ表面の接線方向に集中する如く構成した。これによりスリーブ表面近傍のみの磁性粒子がスリーブ表面に沿って、磁気ブラシを形成し、スリーブ上のトナーを摺擦し、スリーブ上のトナーのトリボ賦与を高めることができた。

上記装置構成において、磁性粒子27を、測定条件が測定電極面積4cm²、電極間間隙0.4cmのサントイツチタイプのセルを用い、片方の電極に1kg重量の加圧下で、両電極間の印加電圧E (V/cm) を印加して回路に流れた電流から磁性粒子の抵抗値を得るというもの（以下の磁性粒子27の抵抗はこの測定条件下の値である）で、E=0.2×10³で3.1×10⁹Ωcmの抵抗値、E=2×10³で4.0×10⁶Ωcmの抵抗値を示す中抵抗樹脂被覆キャリア粒子として、交番電界下で現像を行ったところ、画像部においてキャリア付着がなく、画像部のベタ黒内に白点のような現像不良を生じることなく、良質の画像が得られた。

このように磁性粒子を絶縁性とはせず、若干の電流が流れる抵抗値とすることで磁性粒子の穂が現像電極の役割を果たし現像部で非常に高いトナーの振動効果が得られるため、かぶり防止効果が高く、高濃度、且つ、中間調の再現性に優れている。

この磁性粒子の抵抗値条件が上記のE=0.2×10³、E=2×10³との範囲内に対するもので規定しているのは、電界依存性の電気抵抗変化が、この範囲内で大きく変化し、これより大の電界ではなだらかな抵抗減少があるため、この範囲内の抵抗変化は交互電界中の電界変化に対応するものと認識できるためである。

本発明者は、数多くの実験から、この範囲内の抵抗変化が現像性に大きく影響することをつきとめ、市販の絶縁性キャリアに改良を数多く加えて到達したものが以下の条件である。

即ち、磁性キャリア粒子の抵抗をR (Ωcm) とすると、測定電圧E (V/cm) が0.2×10³ (V/cm) 以上2×10³ (V/cm) 以下の範囲内で、

りキャリア損失も少なく安定した画像を達成する。樹脂被覆のため、湿度変化に対して特性が変化せず、流動性が高く実用上の利点が覆いこむことはいうまでもない。

本実施例に用いる磁性粒子は公知の焼結フェライトであり、Zn, Fe, Cd, Cu, Pb, Ni, Mg, Mn, などの1種あるい2種以上の組成の焼結からつくられる。特に本発明に適する組成はCuO, ZnO, Fe₂O₃を主成分とする金属酸化物である。上記条件がいかに有効であるかを第1図の領域(ABCD)とデータをもって説明する。

第1図のk, l, m, n, o, p, q, r, s, tの記号で示す磁性粒子は前記酸化銅及び亜鉛を用いて焼結条件又は／且つ焼結フェライト粒子に樹脂コートする条件を変化させた場合の横軸に測定用電界Eを縦軸に磁性粒子の抵抗値Rを示すグラフにおける磁性粒子の電気抵抗特性曲線である。例えばn磁性粒子はコート樹脂量をp磁性粒子よりも2倍にしてある。測定は常温、常湿で行った。なお、樹脂コート材は従来から用いられていた。2成分現像剤のキャリアコート材、例えば、アクリルフツ素系樹脂やシリコン系樹脂等ではよいが、第1図例ではシリコンの樹脂を用いた。最大磁性64emu/gで、粘度分布70~50μ(250/350メツシユ)のフェライトを用いた。

下表にk~tまでの特性をもった磁性粒子の画像評価を示す。粒子kからtに向って樹脂被覆量は小さく、粒子oとpは、焼結条件を変えたものである。

×：画像悪

△：画像やや良

○：画像良

◎：画像最良

k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
×	△	○	◎	◎	◎	◎	○	△	×

尚、市販の絶縁キャリア粒子は、かなりの高抵抗を示し、第3図のグラフ中に記載できるものではなく、これを用いた画像は、白ヌケやキャリア粒子の付着が見られ、満足のいくものではなかった。

第1図の線CDよりも低い電気抵抗を示す磁性粒子tは画像上現像剤のブラシ跡が生じやすく、又ベタ画像部に画像が抜けた白点が発生しやすい。これらは磁性粒子を通じて発生する潜像電荷のリークによるものである。又ベタ黒画像部に磁性粒子が付着しやすい。本発明によれば磁性粒子の抵抗を線分ABを超えることでこれらの発生を有効に防止できる。

第1図の線分ABよりも高い電気抵抗を示す磁性粒子は磁性粒子自身の帯電性が強くなりトナー粒子と強固に付着するため現像領域で潜像電荷へ飛翔しにくくなる。このため画像濃度が低下する。又、磁性粒子が現像電極として働く効果も低下し、濃度低下を引き起こす。又、トナーの電荷極性と逆極性に磁性粒子が帯電しやすいため非画像部ベタ白部にキャリアが付着しやすくなる。特に本発明を適用した実施例の現像装置においては、容器内の磁性粒子層の循環作用によって必要な補給トナーを磁性粒子層へ取り込む構成となっているため磁性粒子の帯電

性が強すぎると、磁性粒子層へのトナーの取り込みの不安定化を引き起こし、これにより画像上スジ、ムラが発生しやすくなるが、本発明の適用によって、この不都合も解決できる。これは装置の問題を解決するので重要な技術である。

上記実施例の樹脂をアクリルフツ素系の樹脂に変えて実験を行ったところ同様の結果が得られた。又、磁性粒子の径を変化させたところ画像上の変化はみられず、上記抵抗特性が交番電界印加の現像方法に極めて有効であることもたしかめられた。

上記実施例から理解できるように、測定電界 $0.2 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3$ (V/cm) で、磁性粒子が示す抵抗値が上記領域内にすべて含まれていることは、より好ましい画像を形成できる。これは、交番電界が強度変化するものであるために、この領域内での抵抗変化のみを示すことによって常に安定した挙動を示すためであると考えられる。特に注目すべきことは、磁性粒子が電界 0.2×10^3 (V/cm) で $10^8 \Omega \text{cm}$ 以上 $10^{11} \Omega \text{cm}$ 以下、 2×10^3 (V/cm) で $2 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以上 $3 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以下の抵抗値を示すことで上記の挙動を得られることになることである。

さらに重要なことは、E ($0.2 \times 10^3, 2 \times 10^3$)、F ($2 \times 10^3, 10^4$)、H ($2 \times 10^3, 5 \times 10^7$)、G ($0.2 \times 10^3, 2 \times 10^6$)の4点を互いに結んだ領域Z(斜線部)内に磁性粒子の抵抗変化がすべて入るものについては、極めて好ましい結果が得られた。これは、上記領域の中間領域を示すものである。

これは、図の曲線を延長し、実際の交番電界の最大強度下での印加電圧を測定値に変更して想定して見ると、磁性粒子が、最大交番電界の現像下で $5 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以上(少なくとも $2 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以上) $10^9 \Omega \text{cm}$ 以下の高抵抗を安定した範囲内で示すと共に、低電界下でも安定した領域Zの高抵抗を安定領域Zの高抵抗を示すことになるからであると考えられる。

いずれにしても線文ABを越えず、線分CDを下回らない電気抵抗特性をもつ磁性粒子を用いることで、従来の樹脂被覆絶縁キャリア粒子の欠点を効果的に防止できる。以上のように第1図の4つの線分で囲まれた領域が、現像される画像の品質に関して極めて臨界的なものであることは、この領域から、はずれた設定条件下で著しい画質の低下が認められるという実験事実から明白なものと考える。

尚、磁極23aの磁束密度は600G以上、好ましくは700G以上が好ましい。これは磁性粒子層のトナーコンテンツ変化に対して現像剤の塗布状態がカット磁極の磁束密度が高い程安定する傾向にあるからである。特にトナーコンテンツ維持のために自動トナー補給装置を持たない本発明の現像装置に於いては800G以上の磁束密度であることが好ましい。

第2図に於いて磁極23cは現像磁極であるが、この現像磁極は、ほぼ現像部に位置し、磁性粒子の潜像への付着

を防止するため、800G以上の磁束密度であるとよい。
本発明は、上述した各構成の任意の組合せを含むことは言うまでもない。

いずれにしても本発明は、従来現像方法、装置では得られなかった高画質を提供できるものであり、現像装置を使い捨てタイプの小型なものにできたという優れた効果を奏するものである。

トナー供給部材は現像容器36内にあって磁性粒子層に近接或いは接触して矢印d方向に回転駆動してトナー37を磁性粒子層へ供給する。

現像容器36の概略水平方向に隣接してトナーを貯蔵しておくトナー貯蔵容器38を配設し、該トナー貯蔵容器内には現像容器36内へトナーを送るトナー搬送部材（不図示）が設けられている。

S磁極23bはカット磁極23aと現像磁極23cの間隔が離れているために非磁性ブレード24部で均一に塗布された現像剤層が乱れるのを防止するために設けられた搬送磁極である。S磁極23bは現像剤層を乱さぬために磁極の強さとしては概略現像磁極23cと同等かやや低目が良い。現像スリーブとして20φのものをを用いた場合、カット磁極と現像磁極の間隔がスリーブ中心角で100°以内であればスリーブ上の現像剤層の乱れは少ないが100°を越えた場合、現像剤層の乱れれが大きく中間に搬送極を設けた方が好ましい。

S磁極23dは現像後の現像剤を回収する回収磁極であり、磁性シール先端部よりも現像スリーブ移動方向上流側に配置される。磁極23dが磁性シール先端部より下流側に配置された場合、現像容器下部のトナー取り込み口付近に磁極23dによる磁性粒子の穂立ち部分が生じ、トナーを極めて取り込み易くなり摩擦帯電が十分に行われずカブリ等の原因になりやすい。

ここで、現像部における磁性粒子の体積比率について説明する。「現像部」とはスリーブ22から感光ドラム1へのトナーが転移あるいは供給される部分である。「体積比率」とはこの現像部の容積に対するその中に存在する磁性粒子の占める体積の百分率である。上記現像装置においてはこの体積比率が重要な影響を有すること、およびこれを1.5～30%、特に2.6～26%とすることが極めて好ましい。

1.5%未満では、現像濃度の低下が認められること、スリーブゴーストが発生すること、穂51が存在する部分としない部分との間で顕著な濃度差が発生すること、スリーブ22表面上に形成される現像剤像の厚さが全体的に不均一となること、などの点で好ましくない。

30%を超えると、スリーブ面を閉鎖する度合が増大し、かぶりが発生すること、などの点で好ましくない。

特に、本発明にとって、好ましい現像方法として挙げた上記条件は体積比率の増加あるいは減少にしたがって画質が単調に劣化または増加するのではなく、1.5～30%の範囲で十分な画像濃度が得られ、1.5%未満でも30%

を超えても、画質低下が発生し、しかもこの画質が十分な上記数値の範囲ではスリーブゴーストもかぶりも発生しないという事実に基づくものである。前者の画質低下は負性特性によるものと思われ、後者は磁性粒子の存在量が大きくなってスリーブ22表面を開放できなくなりスリーブ22表面からのトナー供給量が大幅に減少することから生ずると考えられる。

又、1.5%未満では、線画像の再現性に劣り、画質濃度の低下が顕著である。逆に30%えを超えた場合は磁性粒子が感光ドラム面を傷つける問題、画質の一部として付着して行くために生じる転写、定着の問題がある。

そして、磁性粒子の存在が1.5%に近い場合は、大面積の一樣高濃度画像（ベタ黒）の再現時に、「あらび」と称せられる部分的現像ムラが発生する場合（特別環境下等）があるので、これらが発生しにくい体積比率とすることが好ましい。この数値は現像部に対して磁性粒子の体積比率が2.6%以上であることで、この範囲はより好ましい範囲となる、又、磁性粒子の存在が30%に近い場合は、磁性粒子の穂が接する部分の周辺にスリーブ面からのトナー補給が遅れる場合（現像速度大の時等）があり、ベタ黒再現時にうろこ状の濃度ムラを生じる可能性がある。これを防止する確実な範囲としては、磁性粒子の上記体積比率が26%以下がより好ましいものとなる。

体積比率が1.5%～30%の範囲であれば（実施例では4%に設定した）、第3図に示すようにスリーブ22表面上に穂51が好ましい程度に疎らな状態で形成され。スリーブ22および穂上の両方のトナーが感光ドラム1に対して十分に開放され、スリーブ上のトナー100も交番電界で飛翔転移するので、ほとんどすべてのトナーが現像に消費可能な状態となることから高い現像効率（現像部に存在するトナーのうち現像に消費され得るトナーの割合）および高画像濃度が得られる。好ましくは、微小なしかし激しい穂の振動を生じさせ、これによって磁性粒子およびスリーブ22に付着しているトナー100がほぐされる。いずれにせよ磁気ブラシの場合などのような掃目むらやゴースト像の発生を防止できる。さらに、穂の振動によって、磁性粒子27とトナー28との摩擦接触が活発になるのでトナー28への摩擦帯電を向上させ、かぶり発生を防止できる。なお、現像効率が高いことが現像装置の小型化に適する。第3図の現像磁極はS極23bとして第2図の現像極23cと変えているが、本例としてはどちらでも良い。

上記現像部に存在する磁性粒子27の体積比率は $(M/h) \times (1/\rho) \times [(C/(T+C))]$ で求めることができる。ここでMはスリーブの単位面積当りの現像剤（混合物・・・非穂立時）の塗布量 (g/cm^2) 、hは現像部空間の高さ (cm) 、 ρ は磁性粒子の真密度 g/cm^3 、 $C/(T+C)$ はスリーブ上の現像剤中の磁性粒子の重量割合である。

なお、上記定義の現像部において磁性粒子に対するトナ

一の割合は4~40重量%が好ましい。上記実施例のように交番電界が強い(変化率が大いかまたは V_{pp} が大きい)場合、穂がスリーブ22からあるいはその基部から離脱し、離脱した磁性粒子27はスリーブ22と感光ドラム1との間の空間を往復運動する。この往復運動のエネルギーは大きいので、上述の振動による効果がさらに促進される。

以上の挙動は高速度カメラ(日立製作所製)で8000コマ/秒の撮影を行って確認された。感光ドラム1表面とスリーブ22表面との間隙を小さくして、感光ドラム1と穂との接触圧力を高め、振動を小さくした場合でも、現像部の入口側および出口側では空隙は大きいので、十分な振動が起り、上述の効果が奏される。

逆に、感光ドラム1とスリーブ22との間隙を大きくして、磁界を印加しない状態で穂は感光ドラム1に接触しないが、印加した場合は接触するような距離とすることが好ましい。

第2図において、スリーブ22として直径20mmのアルミスリーブの表面を、アランダム砥粒により不定型サンドブラスト処理したものを用い、磁石23として4極着磁でN極、S極が交互に第2図で示されるようなものを用いた。磁石23による表面磁束密度の最大値は約900 Gaussであった。

ブレード24としては1.2mm厚の非磁性ステンレスを用い、上記角度 θ を 15° とした。磁性粒子としては、上記領域の範囲内の抵抗特性を示す粒子0で表面にシリコン樹脂コートした粒径 $70\sim 50\mu$ (250/350メツシュ)のフェライト(最大磁化64emu/g)を用いた。電気抵抗は第1図のn, o, p, q曲線のものを用いて良結果を得た。

第1図の実施例のようにスリーブ上の磁性粒子層の循環によってトナーの取り込み制御を行う系においては磁性粒子の抵抗はたかくなことが好ましい。これは磁性粒子自身の帯電を少なくした方がトナー取り込み安定化になるためである。磁性粒子の帯電性が強いと、トナーが磁性粒子上に強固に付着しているためトナーを磁性粒子層に新らたに取り込む場合、前回に付着していたトナーと新らたに取り込むトナーとの入り替りが発生しにくい。このため前回付着したトナーが長時間スリーブ上に存在し、このトナー自身帯電過剰を引きおこす。好ましくは第1図E, F, G, Hの各4点を結ぶ線分によって囲まれる領域と電気抵抗特性曲線とが交わる必要がある。さらに好ましくはEG, FHに線分と交わる必要がある。

非磁性トナーとしては、スチレン/ブタジエン共重合体系樹脂100部に銅アタロシアニン系顔料5部から成る平均粒径 10μ のトナー粉体にコロイダルシリカ0.6%を外添したブルートナーを用いたところ、スリーブ22表面上にコーティング厚約 $10\sim 30\mu$ mのトナー塗布層を得、さらにその上層として $200\sim 300\mu$ の磁性粒子層を得た。各磁性粒子の表面上には上記トナーが付着している。

このときのスリーブ22上の磁性粒子と全トナーとの合計重量は約 $2.43\times 10^{-2}\text{g/cm}^2$ であった。

このときの磁性粒子付着トナーとスリーブ付着トナーの重量比は約2:1であった。

磁性粒子は現像部およびその近傍でスリーブ22内の磁極23bにより磁界によって穂立ちして、最大長約1.2mm程の穂立ちブラシを形成していた。

帯電量をブローオフ法で測定したところスリーブ上及び磁性粒子上のトナーのトリボ電荷量が $+12\mu\text{C/g}$ であった。

この現像装置をキヤノン(株)製PC-10型複写機に組み込み、感光ドラム3(有機感光材料製)とスリーブ22の表面との間隔を $350\mu\text{m}$ としたこの条件で体積比率を求めると、約10%であった。(h= $350\mu\text{m}$, M= $2.43\times 10^{-2}\text{g/cm}^2$, $\rho=5.5\text{g/cm}^3$, $T/(T+C)=20.4\%$)。バイアス電源4として周波数1600Hz、ピーク対ピーク値1300Vの交流電圧に-300Vの直流電圧を重畳させたものを用いて現像を行ったところ、良好なブルー色の画像を得た。

また、ベタ黒画像について現像し、現像後のスリーブ面を観察したところ、磁性粒子に付着したトナー及びスリーブ上のトナーはほとんど消費され100%近い現像効率で現像が行われていた。

現像特性についてもカブリが無く、キャリア付着がなく良好現像特性を得ることができた。

また、感光体としては非常にピンホール、傷が発生しにくいOPCを用いているため $10^7\sim 10^{11}\Omega\text{cm}$ の電流が流れ現像電極効果の得られる磁性粒子を用いても現像バイアスの集中的リークが発生しない。

さらに、磁性部材31の効果についても、良好な磁性粒子の進入、漏出防止および良好な循環が行われることが確認された。

以上の説明のごとく、本実施例によれば、高画像濃度、高現像効率で、かぶり、ゴースト像、掃目むら、負性特性のない現像を行うことができる。

スリーブ22の材料としてはアルミニウムのほか真ちゅうやステンレス鋼などの導電体、紙筒や合成樹脂の円筒を使用可能である。また、これら円筒の表面を導電処理するか、導電体で構成すると現像電極として機能させることもできる。さらに、芯ロールを用いてその周面に導電性の弾性体、例えば導電性スポンジを巻装して構成してもよい。

現像部の磁極23bについては、実施例では現像部の中央に磁極を配置したが、中央からずらした位置としてもよく、また磁極間に現像部を配置するようにしてもよい。トナーには、流動性を高めるためにシリカ粒子や、例えば転写方式画像形成方法に於いて潜像保持部材たる感光ドラム3の表面の研磨のために研磨材粒子等を外添してもよい。トナー中に少量の磁性粒子を加えたものを用いてもよい。すなわち、磁性粒子に比べ著しく弱い磁性で

フロントページの続き

(72)発明者 星加 令久
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 田鹿 博司
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 木下 正英
東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

(56)参考文献 特開 昭58-184158 (J P, A)
特開 昭59-121077 (J P, A)
特開 昭60-123859 (J P, A)